

Family list

7 family members for:

JP8330600

Derived from 6 applications.

- 1 THIN FILM TRANSISTOR, ORGANIC EL DISPLAY AND MANUFACTURE OF ORGANIC EL DISPLAY**
Publication info: JP8330600 A - 1996-12-13
- 2 ELECTROLUMINESCENCE DISPLAY DEVICE**
Publication info: JP2005165337 A - 2005-06-23
- 3 Thin film transistor, organic electroluminescence display device and manufacturing method of the same**
Publication info: US5640067 A - 1997-06-17
- 4 Thin film transistor, organic electroluminescence display device and manufacturing method of the same**
Publication info: US5897328 A - 1999-04-27
- 5 Thin film transfer, organic electroluminescence display device and manufacturing method of the same**
Publication info: US6853083 B1 - 2005-02-08
- 6 Thin film transistor, organic electroluminescence display device and manufacturing method of the same**
Publication info: US6992435 B2 - 2006-01-31
US2005146262 A1 - 2005-07-07

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Best Available Copy

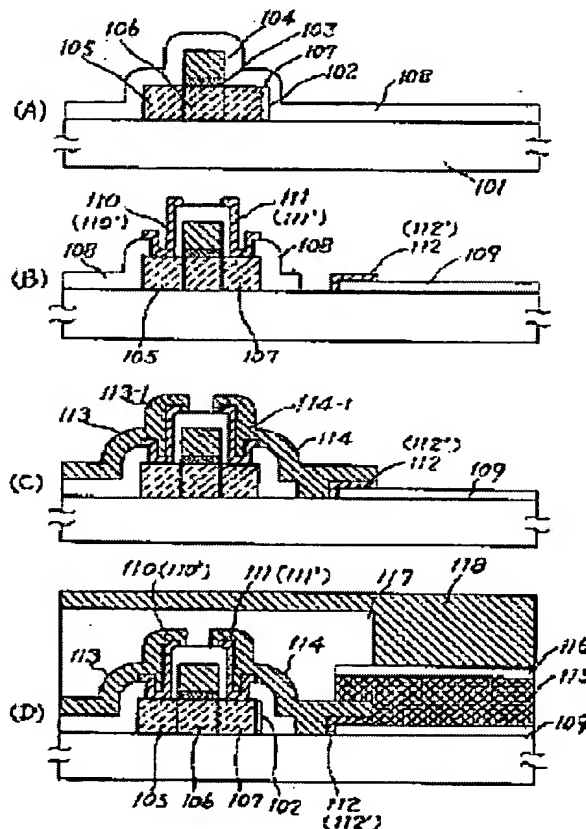
THIN FILM TRANSISTOR, ORGANIC EL DISPLAY AND MANUFACTURE OF ORGANIC EL DISPLAY

Patent number: JP8330600
Publication date: 1996-12-13
Inventor: YAMAUCHI YUKIO (JP); ARAI MICHIO (JP)
Applicant: TDK CORP (JP); SEMICONDUCTOR ENERGY LAB (JP)
Classification:
 - international: **H01L29/786; H05B33/26; H01L29/66; H05B33/26;**
 (IPC1-7): H01L29/786; H05B33/26
 - european:
Application number: JP19960065774 19960322
Priority number(s): JP19960065774 19960322; JP19950065943 19950324

Report a data error here

Abstract of JP8330600

PURPOSE: To prevent short-circuit and disconnection due to elution of barrier metal, in a thin film transistor of an organic EL display. **CONSTITUTION:** Barrier metal 110, 111 composed of titanium nitride wherein the content of titanium or nitrogen is at most 50atm% is arranged between a silicon active layer 102 constituting a source region 105 or a drain region 107 of a thin film transistor and aluminum wirings 113, 114 connected with the silicon active layer 102.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-330600

(43) 公開日 平成8年(1996)12月13日

(51) Int. Cl. ⁶

H01L 29/786

H05B 33/26

識別記号

F I

H01L 29/78

616

V

H05B 33/26

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全11頁)

(21) 出願番号 特願平8-65774

(22) 出願日 平成8年(1996)3月22日

(31) 優先権主張番号 特願平7-65943

(32) 優先日 平7(1995)3月24日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社
東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所
神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 山内 幸夫

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 荒井 三千男

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティ
ーディーケイ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 山谷 皓榮 (外2名)

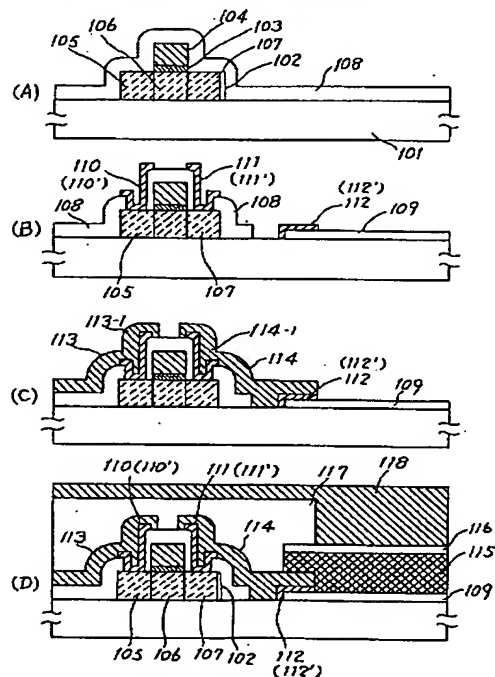
(54) 【発明の名称】 薄膜トランジスタ、有機ELディスプレイ装置及び有機ELディスプレイ装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 有機ELディスプレイ装置の薄膜トランジスタにおいて、バリア金属の溶出にもとづく短絡や断線を防止すること。

【解決手段】 薄膜トランジスタのソース領域105またはドレイン領域107を構成するシリコン活性層102と、該シリコン活性層102に接続されるアルミニウム配線113、114との間に、チタンまたは窒素含有量が50atm%以下の窒化チタンよりなるバリア金属110、111を設ける。

本発明の実施の形態説明図



【特許請求の範囲】

【請求項1】ソースまたはドレインを構成するシリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、チタンよりなるバリアメタルを設けたことを特徴とする薄膜トランジスタ。

【請求項2】ソースまたはドレインを構成するシリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、窒素を50atm%以下含有する窒化チタンよりなるバリアメタルを設けたことを特徴とする薄膜トランジスタ。

【請求項3】有機EL素子と、該有機EL素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機ELディスプレイ装置であって、

前記電流制御用薄膜トランジスタは、シリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、チタンよりなるバリアメタルが設けられていることを特徴とする有機ELディスプレイ装置。

【請求項4】有機EL素子と、該有機EL素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機ELディスプレイ装置であって、

前記電流制御用薄膜トランジスタは、シリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、窒素を50atm%以下含有する窒化チタンよりなるバリアメタルを設けたことを特徴とする有機ELディスプレイ装置。

【請求項5】有機EL素子と、該有機EL素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタと、前記電流制御用薄膜トランジスタのスイッチングを行うスイッチ用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機ELディスプレイ装置であって、

前記電流制御用薄膜トランジスタと、前記スイッチ用薄膜トランジスタのそれぞれにおいて、シリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、チタンよりなるバリアメタルを設けたことを特徴とする有機ELディスプレイ装置。

【請求項6】有機EL素子と、該有機EL素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタと、前記電流制御用薄膜トランジスタのスイッチングを行うスイッチ用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機ELディスプレイ装置であって、

前記電流制御用薄膜トランジスタと、前記スイッチ用薄膜トランジスタのそれぞれにおいて、シリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、窒素を50atm%以下含有する窒化チタンよりなるバリアメタルを設けたことを特徴とする有機ELディスプレイ装置。

【請求項7】有機EL素子がマトリックス状に設けられた、アクティブマトリックス駆動型の有機ELディス

レイ装置であって、

前記有機EL素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に、チタンよりなるバリアメタルを設けたことを特徴とする有機ELディスプレイ装置。

【請求項8】有機EL素子がマトリックス状に設けられた、アクティブマトリックス駆動型の有機ELディスプレイ装置であって、

前記有機EL素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に、窒素を50atm%以下含有する窒化チタンよりなるバリアメタルを設けたことを特徴とする有機ELディスプレイ装置。

【請求項9】有機EL素子と、該有機EL素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機ELディスプレイ装置であって、

前記電流制御用薄膜トランジスタは、シリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、チタンよりなるバリアメタルが設けられており、

前記有機EL素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に、チタンよりなる密着用金属が設けられていることを特徴とする有機ELディスプレイ装置。

【請求項10】有機EL素子と、該有機EL素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機ELディスプレイ装置であって、

前記電流制御用薄膜トランジスタは、シリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、窒素を50atm%以下含有する窒化チタンよりなるバリアメタルが設けられており、

前記有機EL素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に、窒素を50atm%以下含有する窒化チタンよりなる密着用金属が設けられていることを特徴とする有機ELディスプレイ装置。

【請求項11】有機EL素子と、該有機EL素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタと、前記電流制御用薄膜トランジスタのスイッチングを行うスイッチ用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機ELディスプレイ装置であって、

前記電流制御用薄膜トランジスタと、前記スイッチ用薄膜トランジスタのそれぞれにおいて、シリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、チタンよりなるバリアメタルが設けられており、

前記有機EL素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に、チタンよりなる密着用金属が設けられていることを特徴とする有機E

10

20

30

40

50

Lディスプレイ装置。

【請求項 1 2】有機EL素子と、該有機EL素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタと、前記電流制御用薄膜トランジスタのスイッチングを行うスイッチ用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機ELディスプレイ装置であって、

前記電流制御用薄膜トランジスタと、前記スイッチ用薄膜トランジスタのそれぞれにおいて、シリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、窒素を 5 0 a t m % 以下含有する窒化チタンよりなるバリアメタルが設けられており、

前記有機EL素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に、窒素を 5 0 a t m % 以下含有する窒化チタンよりなる密着用金属が設けられていることを特徴とする有機ELディスプレイ装置。

【請求項 1 3】有機EL素子と、該有機EL素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機ELディスプレイ装置を製造するに際し、

前記電流制御用薄膜トランジスタのシリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に設けられたバリアメタルと、

前記有機EL素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に設けられる密着用金属とがチタンにより同時に形成されることを特徴とする有機ELディスプレイ装置の製造方法。

【請求項 1 4】有機EL素子と、該有機EL素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機ELディスプレイ装置を製造するに際し、

前記電流制御用薄膜トランジスタのシリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に設けられたバリアメタルと、

前記有機EL素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に設けられる密着用金属とが窒素を 5 0 a t m % 以下含有する窒化チタンにより同時に形成されることを特徴とする有機ELディスプレイ装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機エレクトロルミネセンス（EL）ディスプレイ装置に使用される薄膜トランジスタ、有機ELディスプレイ装置及びその製造方法に係り、有機ELディスプレイの信頼性を向上するものに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】近年において、有機EL素子を用いた、ディスプレイ装置が開発されている。有機EL素子を多数使用した有機ELディスプレイをアクティブマトリッ

クス回路により駆動する場合、各ELのピクセル（画素）には、このピクセルに対して供給する電流を制御するための薄膜トランジスタが組ずつ接続される。

【 0 0 0 3 】従来のアクティブマトリックス型の有機ELディスプレイ装置の回路図の一例を図 4 に示す。この有機ELディスプレイ装置は、X方向信号線 3 0 1 - 1、3 0 1 - 2 . . . 、Y方向信号線 3 0 2 - 1、3 0 2 - 2 . . . 、電源（V d d）線 3 0 3 - 1、3 0 3 - 2 . . . 、スイッチ用薄膜トランジスタ 3 0 4 - 1、3 0 4 - 2 . . . 、電流制御用薄膜トランジスタ 3 0 5 - 1、3 0 5 - 2 . . . 、有機EL素子 3 0 6 - 1、3 0 6 - 2 . . . 、コンデンサ 3 0 7 - 1、3 0 7 - 2 . . . 、X方向周辺駆動回路 3 0 8、Y方向周辺駆動回路 3 0 9 等により構成される。

【 0 0 0 4 】X方向信号線 3 0 1、Y方向信号線 3 0 2 により画素が特定され、その画素においてスイッチ用薄膜トランジスタ 3 0 4 がオンにされる。これにより電流制御用薄膜トランジスタ 3 0 5 がオンにされ、電源線 3 0 3 より供給される電流により有機EL素子 3 0 6 に電流が流れ、これが発光される。

【 0 0 0 5 】例えばX方向信号線 3 0 1 - 1 に画像データに応じた信号が出力され、Y方向信号線 3 0 2 - 1 にY方向走査信号が出力されると、これにより特定された画素のスイッチ用薄膜トランジスタ 3 0 4 - 1 がオンになり、画像データに応じた信号により電流制御用薄膜トランジスタ 3 0 5 - 1 が導通されて有機EL素子 3 0 6 - 1 にこの画像データに応じた電流が流れ、発光される。

【 0 0 0 6 】図 3 に従来の有機ELディスプレイ装置の画素部の構成の部分的断面図を示す。この図 3 では、電流制御用薄膜トランジスタと、有機EL素子を示す。図 3 において、ガラス等の基板 2 0 1 上に、活性シリコン層 2 0 2、ゲート絶縁膜 2 0 3、ゲート電極 2 0 4 が形成される。そして活性シリコン層 2 0 2 には、ソース領域 2 0 5、チャネル形成領域 2 0 6、ドレイン領域 2 0 7 が設けられ、薄膜トランジスタが構成される。

【 0 0 0 7 】さらに層間絶縁膜 2 0 8 に設けられたコンタクトホールに、バリアメタル 2 1 0、2 1 1 を介して、ソース領域 2 0 5、ドレイン領域 2 0 7 にそれぞれアルミニウム製のソース電極 2 1 3 - 1、ドレイン電極 2 1 4 - 1 が設けられている。

【 0 0 0 8 】またガラス等の基板 2 0 1 に設けられたITO（酸化インジウム・スズ）の透明電極 2 0 9 上に、有機EL層 2 1 5、上部電極 2 1 6 が設けられてEL素子部を構成している。このITOの透明電極 2 0 9 には密着用金属 2 1 2 を介して、その一端が前記ドレイン電極 2 1 4 - 1 となるアルミニウム配線 2 1 4 が接続されている。

【 0 0 0 9 】そして有機EL素子の上部電極 2 1 6 の上面以外の部分に、薄膜トランジスタ部分を覆うように、

保護膜 2 1 7 が設けられ、有機 E L 素子の上部電極 2 1 6 の上面には、アルミニウム等により共通電極 2 1 8 が設けられている。

【 0 0 1 0 】図 3 に示すように、一般に薄膜トランジスタでは、シリコン活性層のソース領域 2 0 5、ドレイン領域 2 0 7 と、これらにそれぞれ接続されるアルミニウム製のソース電極 2 1 3 - 1、ドレイン電極 2 1 4 - 1 との間には、バリアメタル 2 1 0 と 2 1 1 が介在されている。これらのバリアメタル 2 1 0、2 1 1 は、活性シリコン層 2 0 2 におけるシリコン原子がアルミニウム製のソース電極 2 1 3 - 1、ドレイン電極 2 1 4 - 1 側への拡散、消失することを防止するために設けられている。なおこのバリアメタル 2 1 0、2 1 1 は、従来では主にクロムが使用されていた。

【 0 0 1 1 】一方、有機 E L 素子部において、ITO よりなる透明電極 2 0 9 とアルミニウム配線 2 1 4 を直接接触させると、電食や密着性低下等の不良が発生し易い。このような不良の発生を防ぎ、アルミニウム配線 2 1 4 と透明電極 2 0 9 との良好な密着性を保つため、透明電極 2 0 9 とアルミニウム配線 2 1 4 との間に密着用金属 2 1 2 を挟むことが必要であった。そして従来ではこの密着用金属 2 1 2 として、前記薄膜トランジスタのバリアメタル 2 1 0、2 1 1 と同じく、主にクロムが使用されていた。なお図 3 において 2 1 3 はアルミニウム配線である。

【 0 0 1 2 】

【発明が解決しようとする課題】このような有機 E L ディスプレイ装置において、薄膜トランジスタのバリアメタル 2 1 0、2 1 1 として用いられたクロムが、E L 素子を構成する上部電極 2 1 6 や透明電極 2 0 9 の方に溶出し、即ち電食によりこれらと薄膜トランジスタとの間に、溶出したクロムによる導線が形成され、短絡状態となってしまうことがあった。

【 0 0 1 3 】さらに動作を続けると、薄膜トランジスタのバリアメタル 2 1 0、2 1 1 を構成していたクロムが全て溶出してしまい、ソース領域 2 0 5 やドレイン領域 2 0 7 と、アルミニウム電極 2 1 3 - 1、2 1 4 - 1 との間が抜けて空隙が生じ、断線状態に至ることがあった。

【 0 0 1 4 】その結果、薄膜トランジスタとしての機能を果たすことができなくなり、有機 E L ディスプレイ装置としての信頼性を大幅に低下させることになる。本発明者等はこの原因を検討した結果、下記の理由に基づくものと解明することができた。

【 0 0 1 5 】まず有機 E L 層 2 1 5 を構成する有機 E L 材料は、吸湿性が強く、大気中の水分を吸収し易い性質を有するので、有機 E L 層 2 1 5 から水分が発生する。また有機 E L 層 2 1 5 を発光させて、ピクセルを表示するために、有機 E L 層 2 1 5 に接続された電流制御用薄膜トランジスタ及びそれを動作させるスイッチ用薄膜ト

ランジスタには、比較的大きな直流電流（バイアス電流）が連続的に流れる。

【 0 0 1 6 】このように、有機 E L 層 2 1 5 中から発生する水分と、バイアス電流により、薄膜トランジスタのバリアメタル 2 1 0、2 1 1 を構成するクロムがイオン化して有機 E L 素子側に移動し、短絡や断線の原因となることが解明された。

【 0 0 1 7 】この現象は、電流制御用薄膜トランジスタのみではなく、スイッチ用薄膜トランジスタにおいてもみられることがあった。従って、本発明の目的は、有機 E L ディスプレイにおいて、このような薄膜トランジスタの動作における短絡や断線という不良の発生を防止し、有機 E L ディスプレイの信頼性を高めることである。

【 0 0 1 8 】

【課題を解決するための手段】このような本発明の目的は、下記（１）～（１４）の如く構成あるいは製造方法により達成することができる。

（１）ソースまたはドレインを構成するシリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、チタンよりなるバリアメタルを設けたことを特徴とする薄膜トランジスタ。

【 0 0 1 9 】（２）ソースまたはドレインを構成するシリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、窒素を 5 0 a t m % 以下含有する窒化チタンよりなるバリアメタルを設けたことを特徴とする薄膜トランジスタ。

【 0 0 2 0 】（３）有機 E L 素子と、該有機 E L 素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機 E L ディスプレイ装置であって、前記電流制御用薄膜トランジスタは、シリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、チタンよりなるバリアメタルが設けられていることを特徴とする有機 E L ディスプレイ装置。

【 0 0 2 1 】（４）有機 E L 素子と、該有機 E L 素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機 E L ディスプレイ装置であって、前記電流制御用薄膜トランジスタは、シリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、窒素を 5 0 a t m % 以下含有する窒化チタンよりなるバリアメタルを設けたことを特徴とする有機 E L ディスプレイ装置。

【 0 0 2 2 】（５）有機 E L 素子と、該有機 E L 素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタと、前記電流制御用薄膜トランジスタのスイッチングを行うスイッチ用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機 E L ディスプレイ装置であって、前記電流制御用薄膜トランジスタと、前記スイッチ用薄膜トランジスタのそれぞれにおいて、シリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、チタン

よりなるバリアメタルを設けたことを特徴とする有機 E L ディスプレイ装置。

【 0 0 2 3 】 (6) 有機 E L 素子と、該有機 E L 素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタと、前記電流制御用薄膜トランジスタのスイッチングを行うスイッチ用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機 E L ディスプレイ装置であって、前記電流制御用薄膜トランジスタと、前記スイッチ用薄膜トランジスタのそれぞれにおいて、シリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、窒素を 5 0 a t m % 以下含有する窒化チタンよりなるバリアメタルを設けたことを特徴とする有機 E L ディスプレイ装置。

【 0 0 2 4 】 (7) 有機 E L 素子がマトリックス状に設けられた、アクティブマトリックス駆動型の有機 E L ディスプレイ装置であって、前記有機 E L 素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に、チタンよりなるバリアメタルを設けたことを特徴とする有機 E L ディスプレイ装置。

【 0 0 2 5 】 (8) 有機 E L 素子がマトリックス状に設けられた、アクティブマトリックス駆動型の有機 E L ディスプレイ装置であって、前記有機 E L 素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に、窒素を 5 0 a t m % 以下含有する窒化チタンよりなるバリアメタルを設けたことを特徴とする有機 E L ディスプレイ装置。

【 0 0 2 6 】 (9) 有機 E L 素子と、該有機 E L 素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機 E L ディスプレイ装置であって、前記電流制御用薄膜トランジスタは、シリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、チタンよりなるバリアメタルが設けられており、前記有機 E L 素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に、チタンよりなる密着用金属が設けられていることを特徴とする有機 E L ディスプレイ装置。

【 0 0 2 7 】 (1 0) 有機 E L 素子と、該有機 E L 素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機 E L ディスプレイ装置であって、前記電流制御用薄膜トランジスタは、シリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、窒素を 5 0 a t m % 以下含有する窒化チタンよりなるバリアメタルが設けられており、前記有機 E L 素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に、窒素を 5 0 a t m % 以下含有する窒化チタンよりなる密着用金属が設けられていることを特徴とする有機 E L ディスプレイ装置。

【 0 0 2 8 】 (1 1) 有機 E L 素子と、該有機 E L 素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタと、前記電流制御用薄膜トランジスタのスイッチングを行うスイッチ

用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機 E L ディスプレイ装置であって、前記電流制御用薄膜トランジスタと、前記スイッチ用薄膜トランジスタのそれぞれにおいて、シリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、チタンよりなるバリアメタルが設けられており、前記有機 E L 素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に、チタンよりなる密着用金属が設けられていることを特徴とする有機 E L ディスプレイ装置。

【 0 0 2 9 】 (1 2) 有機 E L 素子と、該有機 E L 素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタと、前記電流制御用薄膜トランジスタのスイッチングを行うスイッチ用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機 E L ディスプレイ装置であって、前記電流制御用薄膜トランジスタと、前記スイッチ用薄膜トランジスタのそれぞれにおいて、シリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に、窒素を 5 0 a t m % 以下含有する窒化チタンよりなるバリアメタルが設けられており、前記有機 E L 素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に、窒素を 5 0 a t m % 以下含有する窒化チタンよりなる密着用金属が設けられていることを特徴とする有機 E L ディスプレイ装置。

【 0 0 3 0 】 (1 3) 有機 E L 素子と、該有機 E L 素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機 E L ディスプレイ装置を製造するに際し、前記電流制御用薄膜トランジスタのシリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に設けられたバリアメタルと、前記有機 E L 素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に設けられる密着用金属とがチタンにより同時に形成されることを特徴とする有機 E L ディスプレイ装置の製造方法。

【 0 0 3 1 】 (1 4) 有機 E L 素子と、該有機 E L 素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタを有するアクティブマトリックス駆動型の有機 E L ディスプレイ装置を製造するに際し、前記電流制御用薄膜トランジスタのシリコン活性層と、該シリコン活性層に接続されるアルミニウム配線との間に設けられたバリアメタルと、前記有機 E L 素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に設けられる密着用金属とが窒素を 5 0 a t m % 以下含有する窒化チタンにより同時に形成されることを特徴とする有機 E L ディスプレイ装置の製造方法。

【 0 0 3 2 】 このように、有機 E L 素子に接続された薄膜トランジスタにおいて、薄膜トランジスタのソース又はドレインである活性シリコン層と、有機 E L 素子に接続されたアルミニウム配線との接触部において、バリアメタルとしてチタンまたは窒素の含有量が 5 0 a t m %

以下含有される窒化チタンを用いることにより、発明者は有機EL素子と共に使用されていても、バリア金属の流出がないということを見出した。そしてこれによりバリア金属の溶出による短絡や断線を防ぎ、有機ELディスプレイ装置の信頼性を向上させることができた。

【0033】また有機EL素子を構成するITOの透明電極と、このITOの透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に設けられる密着金属として、チタン又は窒素の含有量が50atm%以下の窒化チタンの層を設けることにより、ITOの透明電極とアルミニウム配線との密着性を向上することができ、この点からも有機ELディスプレイ装置の信頼性を向上することができた。

【0034】

【発明の実施の形態】本発明の第1の実施の形態を図1に基づき説明する。第1の実施の形態ではバリア金属として窒化チタンを用いた薄膜トランジスタを有する有機ELディスプレイ装置を構成した例を示し、図3における電流制御用薄膜トランジスタ305と、有機EL素子306に対する部分を示す。

【0035】図1(A)に示す如く、先ず基板101上に通常の固相成長法により多結晶シリコン薄膜を形成し、この多結晶シリコン薄膜を島状に加工して、シリコン活性層102を得る。この基板101としては、例えば石英基板を使用することができる。

【0036】次に、このシリコン活性層102の上にSiO₂よりなるゲート絶縁膜103、アルミニウムよりなるゲート電極104を形成する。その後シリコン活性層102に不純物をドーピングして、ソース領域105、チャンネル形成領域106及びドレイン領域107が形成される。そしてこれらの上全面に、SiO₂よりなる層間絶縁膜108が形成される。

【0037】次に、図1(B)に示す如く、層間絶縁膜108にエッチング処理を施し、ソース領域105、ドレイン領域107及びEL素子形成領域に開孔を設ける。そしてITO(酸化インジウム・スズ)膜がスパッタ法により形成され、加工されてEL素子形成領域に透明電極109が形成される。この場合、層間絶縁膜108のEL素子形成領域には開孔を設けず、層間絶縁膜108上に透明電極109を設けてもよい。

【0038】次に窒化チタン膜を形成する。この場合、窒素を10atm%含有する窒化チタン膜を、膜厚100Å~1000Å、例えば500Åの厚さで、基板全面に形成した。

【0039】その後これをエッチング処理して、ソース領域105とドレイン領域107と、透明電極109の上部であってアルミニウム配線が接続される部分に、いずれも窒化チタン膜よりなるバリア金属110、111及び密着用金属112が同時に形成される。

【0040】勿論スイッチ用薄膜トランジスタや、周辺駆動回路を構成する薄膜トランジスタの窒化チタンより

なるバリア金属を、この工程において同時に形成してもよい。このようにして、窒化チタンよりなるバリア金属及び密着用金属を同時に形成することができる。

【0041】それから、図1(C)に示す如く、全面にアルミニウム膜が6000Å形成され、これがエッチング処理されて、ソース電極113-1が形成されるアルミニウム配線113と、ドレイン電極114-1と密着用金属112とを接続するアルミニウム配線114が設けられる。

【0042】そして、図1(D)に示す如く、有機EL層115とEL素子の上部電極116が有機EL素子形成領域に設けられた。これらは、それぞれ金属マスクが設けられた状態で、真空蒸着法を行うことにより形成された。この上部電極116は、例えば銀を含むマグネシウム膜により構成される。

【0043】次に、有機EL素子の上部電極116上に開孔が設けられてSiO₂膜の保護膜117が形成され、更に共通電極118が、マトリックス部全面にアルミニウムを設けることで形成され、有機ELディスプレイ装置が完成された。

【0044】本発明の第2の実施の形態について説明する。本発明の第2の実施の形態ではバリア金属110、111や密着用金属112等にチタンを使用したものである。その製造工程図は図1と全く同じであるので、図1に従って簡単に説明する。

【0045】図1(A)に示す如く、基板101上に多結晶シリコン薄膜を形成し、これを島状に加工して、シリコン活性層102を得る。このシリコン活性層102の上にSiO₂よりなるゲート絶縁膜103、アルミニウムよりなるゲート電極104を形成し、不純物をドーピングしてソース領域105、チャンネル形成領域106及びドレイン領域107を形成し、これらにSiO₂よりなる層間絶縁膜108を形成する。

【0046】次に、図1(B)に示す如く、層間絶縁膜108をエッチングして、ソース領域105、ドレイン領域107、EL素子形成領域に開孔を設ける。そしてITO膜がスパッタ法により形成され、加工されてEL素子形成領域に透明電極109を形成する。この場合、EL素子形成領域には開孔を設けず、層間絶縁膜108上に透明電極109を設けてもよい。

【0047】それからチタン膜を、100Å~1000Å、例えば500Åの厚さで基板全面に形成し、これをエッチング処理して、ソース領域105と、ドレイン領域107と、透明電極109ととの上部のアルミニウム配線が接続される部分に、チタン膜よりなるバリア金属110'、111'及び密着用金属112'を同時に形成する。勿論スイッチ用薄膜トランジスタや周辺駆動回路を構成する薄膜トランジスタのチタンよりなるバリア金属及び密着用金属を同時に形成できる。

【0048】それから図1(C)に示す如く、全面にア

ルミニウム膜が6000Å形成され、これがエッチング処理されて、ソース電極113-1が形成されるアルミニウム配線113と、ドレイン電極114-1と密着用金属112とを接続するアルミニウム配線114が設けられる。

【0049】そして、図1(D)に示す如く、有機EL層115とEL素子の上部電極116が設けられる。これらは、それぞれメタルマスクが設けられた状態で、真空蒸着法で形成された。この上部電極116は、例えば銀を含むマグネシウム膜により構成される。

【0050】次に上部電極116上に開孔が設けられてSiO₂膜の保護膜117が形成され、アルミニウムの共通電極118が形成され、有機ELディスプレイ装置が完成される。

【0051】本発明の第3の実施の形態について説明する。本発明の第3の実施の形態ではバリアメタル110、111や密着用金属112等にチタンを使用したものである。その製造工程図は図1と全く同じであるので、図1に従って簡単に説明する。

【0052】図1(A)に示す如く、基板101上に多結晶シリコン薄膜を形成し、これを島状に加工して、シリコン活性層102を得る。このシリコン活性層102の上にSiO₂よりなるゲート絶縁膜103、アルミニウムよりなるゲート電極104を形成し、不純物をドーピングしてソース領域105、チャンネル形成領域106及びドレイン領域107を形成し、これらにSiO₂よりなる層間絶縁膜108を形成する。

【0053】次に、図1(B)に示す如く、層間絶縁膜108をエッチングして、ソース領域105、ドレイン領域107、EL素子形成領域に開孔を設ける。そしてITO膜がスパッタ法により形成され、加工されてEL素子形成領域に透明電極109を形成する。この場合、EL素子形成領域には開孔を設けず、層間絶縁膜108上に透明電極109を設けてもよい。

【0054】それから窒素を45atm含有する窒化チタン膜を、100Å~1000Å、例えば500Åの厚さで基板全面に形成し、これをエッチング処理して、ソース領域105と、ドレイン領域107と、透明電極109との上部のアルミニウム配線が接続される部分に、窒素を45atm含有する窒化チタン膜よりなるバリアメタル110'、111'及び密着用金属112'を同時に形成する。勿論スイッチ用薄膜トランジスタや周辺駆動回路を構成する薄膜トランジスタのチタンよりなるバリアメタル及び密着用金属を同時に形成できる。

【0055】それから図1(C)に示す如く、全面にアルミニウム膜が6000Å形成され、これがエッチング処理されて、ソース電極113-1が形成されるアルミニウム配線113と、ドレイン電極114-1と密着用金属112とを接続するアルミニウム配線114が設けられる。

【0056】そして、図1(D)に示す如く、有機EL層115とEL素子の上部電極116が設けられる。これらは、それぞれメタルマスクが設けられた状態で、真空蒸着法で形成された。この上部電極116は、例えば銀を含むマグネシウム膜により構成される。

【0057】次に上部電極116上に開孔が設けられてSiO₂膜の保護膜117が形成され、アルミニウムの共通電極118が形成され、有機ELディスプレイ装置が完成される。

10 【0058】ここで図2により窒化チタンTiNの窒素含有量とその比抵抗の関係を説明する。図2においてNは窒素含有量(N₂量)特性曲線を示し、Rは比抵抗特性曲線を示し、Tは成膜速度特性曲線を示す。なお横軸は成膜時N₂分圧であり、窒素ガスとArガスの混合比を示し、0.2はN₂ガス20%Arガス80%;また0.6はN₂ガス60%Arガス40%のときを示す。

【0059】この図2は、成膜時N₂分圧が0.1のとき窒化チタンの窒素含有量はN曲線により約37.5atm%、比抵抗はR曲線により約225マイクロオーム・センチメータ、成膜速度は約92Å/分であることを示している。

【0060】本発明者等は、窒素含有量を30atm%より増加したところ、図2に示す如く、約37.5atm%を超えたとき窒化チタンの比抵抗が低下する領域のあることを発見し、これにより窒素含有量が30atm%を超えた領域でもバリアメタルや密着用金属として使用可能であることを見出した。

【0061】当然のことながらバリアメタルや密着用金属としては、比抵抗は低い程よい。またチタンに窒素を含有すればする程化学的に安定するため、逆に加工性(エッチング性)は低下することになる。

【0062】本発明によればチタン又は窒素を50atm%以下含有する窒化チタンを薄膜トランジスタのバリアメタルとして使用することにより、バリアメタルとしての機能、即ちシリコンのアルミニウム配線への拡散を防ぐ機能を有するとともに、有機EL素子が使用されてもバリアメタルの流出を抑制することができる。

【0063】即ち、従来のようにバリアメタルとしてクロムを使用した有機ELディスプレイ装置では、10分~20分位でクロムの流出が生じ、不良となったものが、チタン又は窒素を50atm%以下含有する窒化チタンを使用することにより数日以上長時間使用しても薄膜トランジスタのバリアメタルや有機EL素子側の密着用金属として安定な状態を保持することができる。

【0064】また有機EL素子を構成する透明電極と、この透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に設けられる密着用金属として、チタン又は窒素を50atm%以下含有する窒化チタンの層を形成することにより、透明電極とアルミニウム配線との密着性を向上させることができる。

【 0 0 6 5 】 従って、従来バリアメタルとして、また I T O 透明電極とアルミニウム配線との密着性向上のための密着用金属として、いずれもクロムが用いられたが、本発明ではこれらとともにチタン又は窒化チタンに置き換えることができるため、製造工程自体は、材料の変更以外は従来と同様とすることができる。

【 0 0 6 6 】 また窒化チタンにおける窒素の含有量は、窒素が多くなると密着性が高くなるものの導電率が低下し、また加工性も低下するため、3 0 a t m % 以下の含有量が好ましい。特に窒素の含有量が 5 ~ 1 5 a t m % 程度が導電率と加工性と安定性とがともに良好に得られるので極めて好ましい。

【 0 0 6 7 】 なお本発明においては、窒素を 3 0 a t m % 以下含有する窒化チタンをバリアメタルあるいは密着用金属として使用することにより、比抵抗が小さく加工性がよく、しかも耐電食性の安定性の良好なものを提供することができる。また安価なウエットエッチング加工することが可能となるバリアメタルあるいは密着用金属として使用することができる。

【 0 0 6 8 】 本発明において窒素を 3 0 a t m % を超え 5 0 a t m % 以下含有する窒化チタンをバリアメタルあるいは密着用金属として使用することにより、比抵抗が小さく、耐電食性の安定性の非常に高いものを提供することができる。この場合、ドライエッチングにより加工することができる。安定性が非常に高いので、窒化チタンの成膜後の熱が薬品に対する制約がなくなり、プロセスの汎用性が向上し、成膜にどんな工程がきても問題が発生しにくいものを提供することができる。

【 0 0 6 9 】 本発明においてチタンをバリアメタルあるいは密着用金属として使用することにより、耐電食性の安定性のある、しかも窒化チタンに比較して比抵抗が小さく加工性の非常にすぐれたものを提供することができる。そしてこれまた安価なウエットエッチング加工することが可能なものを提供することができる。

【 0 0 7 0 】 前記各実施の形態では、基板として石英基板を用いた例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、ガラス基板、セラミック基板等を使用することができる。

【 0 0 7 1 】 前記各実施の形態では透明電極として I T O を使用した例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、Z n O、S n O 等を使用することができる。

【 0 0 7 2 】 前記各実施の形態では窒化チタン又はチタンよりなるバリアメタルは、画素部分の電流制御用薄膜トランジスタに設けられた例について示したが、本発明はこれに限定されることなく、これら窒化チタン又はチタンよりなるバリアメタルを、スイッチング用薄膜トランジスタや、X 方向、Y 方向の周辺駆動回路を構成する薄膜トランジスタに設けてもよい。

【 0 0 7 3 】 特に、同一基板上において、画素部分と、

周辺駆動回路を同時に形成する場合、画素部分を構成する電流制御用薄膜トランジスタとスイッチ用薄膜トランジスタと、各周辺駆動回路を構成する薄膜トランジスタとにおいて、全てチタン又は窒化チタンよりなるバリアメタルを設けることで、また更には透明電極とアルミニウム配線との間にチタン又は窒化チタンの密着用金属を設けることにより、従来に比較して特に製造工程を増加することなく、信頼性の高い有機 E L ディスプレイ装置を得ることができる。

【 0 0 7 4 】

【発明の効果】請求項 1 に記載された本発明によれば薄膜トランジスタの活性層と、これと接続するアルミニウム配線との間に、加工し易くかつ水分の存在による溶出ししないチタンよりなるバリアメタルを設けたので、有機 E L 素子とともに使用してもバリアメタルの溶出による短絡や断線の発生を防止するとともに、バリアメタルを加工し易く構成することができる。

【 0 0 7 5 】 請求項 2 に記載された本発明によれば、薄膜トランジスタの活性層と、これと接するアルミニウム配線との間に窒素を 5 0 a t m % 以下含有する、密着性が高く水分の存在による溶出されない安定な窒化チタンよりなるバリアメタルを設けたので、有機 E L 素子とともに使用してもバリアメタルの溶出による短絡や断線の発生を防止する薄膜トランジスタを提供することができる。

【 0 0 7 6 】 請求項 3 に記載された本発明によれば、有機 E L 素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタのシリコン活性層と、これと接続するアルミニウム配線との間にチタンよりなるバリアメタルを設けたので、もっとも有機 E L 素子に近い電流制御用の薄膜トランジスタをバリアメタルの溶出による短絡や断線の発生を防止した構成の有機 E L ディスプレイ装置を提供することができる。

【 0 0 7 7 】 請求項 4 に記載された本発明によれば、有機 E L 素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタのシリコン活性層と、これと接続するアルミニウム配線との間に窒素を 5 0 a t m % 以下含有する安定な窒化チタンよりなるバリアメタルを設けたので、もっとも有機 E L 素子に近い電流制御用の薄膜トランジスタをバリアメタルの溶出による短絡や断線の発生を防止した構成の有機 E L ディスプレイ装置を提供することができる。

【 0 0 7 8 】 請求項 5 に記載された本発明によれば、有機 E L 素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタのみならず、この電流制御用薄膜トランジスタのスイッチングを行うスイッチ用薄膜トランジスタに対してもそれぞれチタンよりなるバリアメタルを設けたので、電流制御用薄膜トランジスタだけではなくスイッチ用薄膜トランジスタにおいてもバリアメタルの溶出による短絡や断線の発生を防止した安定性の一層高い有機 E L ディスプレイ装置を提供することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 9 】請求項 6 に記載された本発明によれば、有機 E L 素子に接続された電流制御用薄膜トランジスタのみならず、この電流制御用薄膜トランジスタのスイッチングを行うスイッチ用薄膜トランジスタに対してもそれぞれ窒素を 5 0 a t m % 以下含有する安定な窒化チタンよりなるバリアメタルを設けたので、電流制御用薄膜トランジスタだけでなくスイッチ用薄膜トランジスタにおいてもバリアメタルの溶出による短絡や断線の発生を防止した、安定性の一層高い有機 E L ディスプレイ装置を提供することができる。

【 0 0 8 0 】請求項 7 に記載された本発明によれば、有機 E L 素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されたアルミニウム配線との間に、チタンよりなるバリアメタルを設けたので密着性のよい接続を得ることができ、信頼性の高い有機 E L ディスプレイ装置を提供することができる。

【 0 0 8 1 】請求項 8 に記載された本発明によれば、有機 E L 素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されたアルミニウム配線との間に、窒素を 5 0 a t m % 以下含有する、密着性のよい安定な窒化チタンを設けたので、密着性のよい安定した接続を得ることができ、信頼性の高い有機 E L ディスプレイ装置を提供することができる。

【 0 0 8 2 】請求項 9 に記載された本発明によれば、電流制御用薄膜トランジスタは、その活性層とこれに接続されるアルミニウム配線との間にチタンよりなるバリアメタルが設けられ、また、有機 E L 素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間にチタンよりなる密着金属が設けられるので、バリアメタルと密着金属を同時に形成することができ、製造コストを低下するとともに安定に動作する有機 E L ディスプレイ装置を提供することができる。

【 0 0 8 3 】請求項 1 0 に記載された本発明によれば、電流制御用薄膜トランジスタは、その活性層とこれに接続されるアルミニウム配線との間に窒素を 5 0 a t m % 以下含有する窒化チタンよりなるバリアメタルが設けられ、また有機 E L 素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に窒素を 5 0 a t m % 以下含有する窒化チタンよりなる密着金属が設けられているので、電流制御用薄膜トランジスタのバリアメタルと密着金属を同時に形成することができ、製造コストを低下するとともに、密着性の良好なバリアメタルや密着金属を構成することができるので、信頼性の高い安定に動作する有機 E L ディスプレイ装置を提供することができる。

【 0 0 8 4 】請求項 1 1 に記載された本発明によれば、電流制御用薄膜トランジスタと、スイッチ用薄膜トランジスタのそれぞれにおいて活性層とこれに接続されるアルミニウム配線との間にそれぞれチタンよりなるバリアメタルが設けられ、また有機 E L 素子を構成する透明電

極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間にチタンよりなる密着用金属が設けられているので、電流制御用薄膜トランジスタのバリアメタルと、スイッチ用薄膜トランジスタのバリアメタルと、密着用金属を同時に形成することができ、製造コストを更に低下するとともに安定に動作する有機 E L ディスプレイ装置を提供することができる。

【 0 0 8 5 】請求項 1 2 に記載された本発明によれば、電流制御用薄膜トランジスタと、スイッチ用薄膜トランジスタのそれぞれにおいて活性層とこれに接続されるアルミニウム配線との間にそれぞれ窒素を 5 0 a t m % 以下含有する窒化チタンよりなるバリアメタルが設けられ、また有機 E L 素子を構成する透明電極と、前記透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に窒素を 5 0 a t m % 以下含有する窒化チタンよりなる密着用金属が設けられているので、電流制御用薄膜トランジスタのバリアメタルと、スイッチ用薄膜トランジスタのバリアメタルと、密着用金属を同時に形成することができ、製造コストを低下するとともに密着性のすぐれたバリアメタルや密着金属を形成することができ、信頼性の高い安定に動作する有機 E L ディスプレイ装置を提供することができる。

【 0 0 8 6 】請求項 1 3 に記載された本発明によれば、電流制御用薄膜トランジスタの活性層と、この活性層に接続されるアルミニウム配線との間に形成されたバリアメタルと、有機 E L 素子を構成する透明電極と、この透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に形成された密着用金属とを、チタンにより同時に形成することができるので、有機 E L ディスプレイ装置の製造コストを低下するとともに安定に動作するアクティブマトリックス型の有機 E L ディスプレイ装置の製造方法を提供することができる。

【 0 0 8 7 】請求項 1 4 に記載された本発明によれば、電流制御用薄膜トランジスタの活性層と、この活性層に接続されるアルミニウム配線との間に形成されたバリアメタルと、有機 E L 素子を構成する透明電極と、この透明電極に接続されるアルミニウム配線との間に形成された密着用金属とを、窒素を 5 0 a t m % 以下含有する窒化チタンにより同時に形成することができ、有機 E L ディスプレイ装置の製造コストを低下するとともに、密着性の良好なバリアメタルや密着用金属を有し、信頼性の高い安定に動作するアクティブマトリックス型の有機 E L ディスプレイ装置の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態説明図である。

【図 2】本発明で使用される窒化チタン特性説明図である。

【図 3】従来例説明図である。

【図 4】有機 E L ディスプレイ装置の回路構成図であ

10

20

30

40

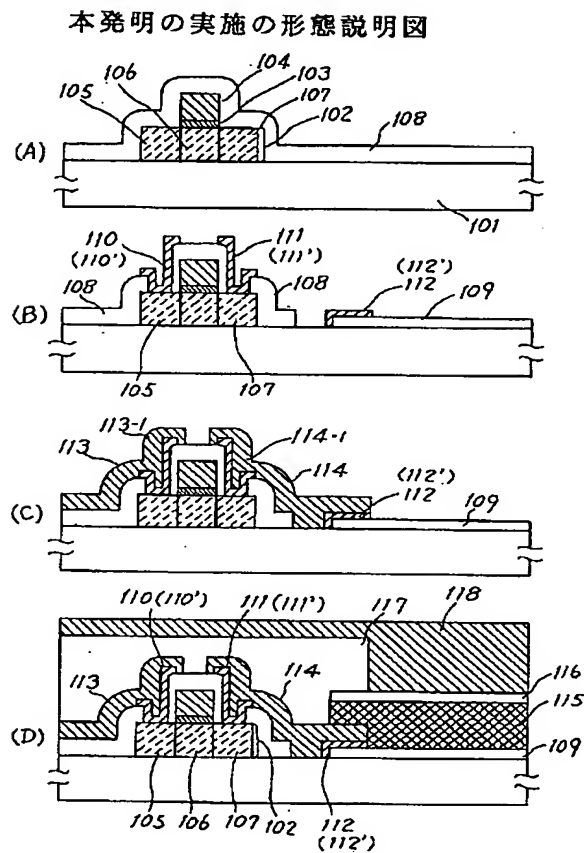
50

る。

【符号の説明】。

- 101 基板
- 102 シリコン活性層
- 103 ゲート絶縁膜
- 104 ゲート電極
- 105 ソース領域
- 106 チャンネル形成領域
- 107 ドレイン領域
- 108 層間絶縁膜

【図1】



109 透明電極

110、110' バリアメタル

111、111' バリアメタル

112、112' 密着用金属

113 ソース電極

114 ドレイン電極

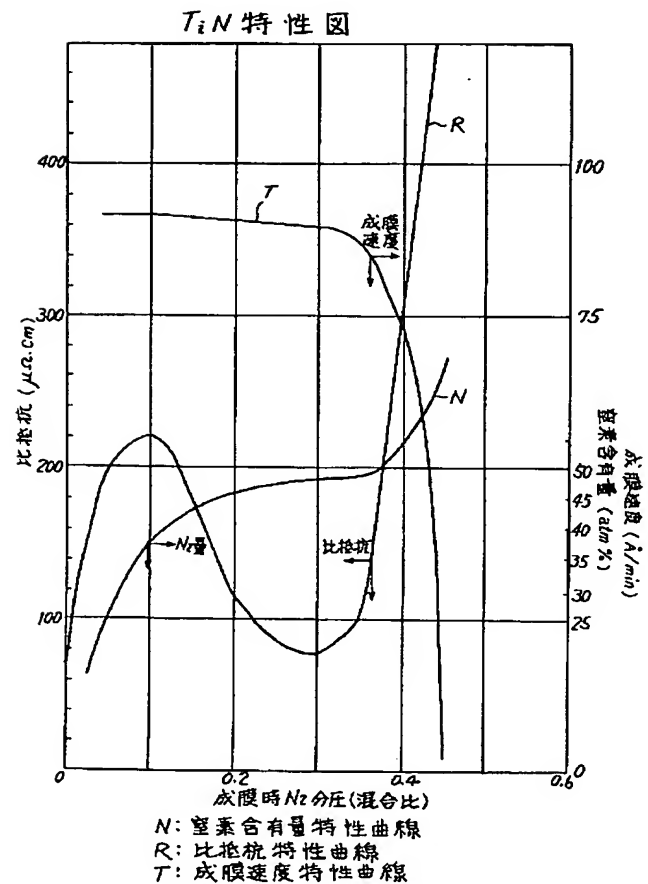
115 有機EL層

116 上部電極

117 保護膜

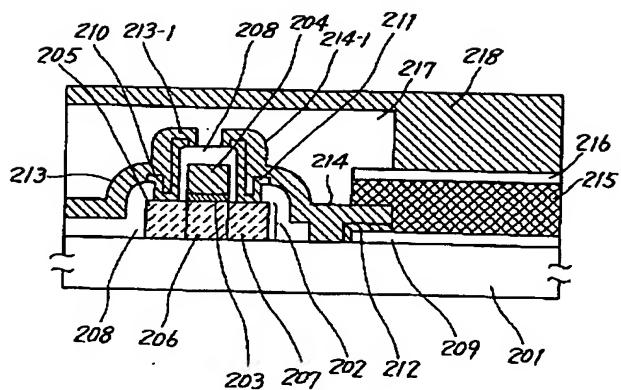
10 118 共通電極

【図2】



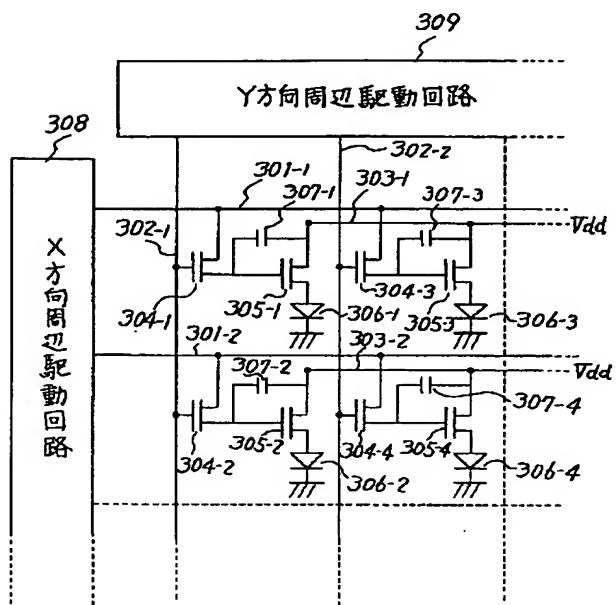
【図 3】

従来例説明図



【図 4】

有機ELディスプレイ装置の回路構成図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.